AUS DEM GERICHTLICH-MEDIZINISCHEN INSTITUT BASEL
VORSTEHER: PROF. DR. S. SCHÖNBERG

DIE VERTEILUNG DES ARSENS IM KÖRPER MIT BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG MEHRFACHER GIFTDOSEN

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

DER

UNIVERSITÄT BASEL

VORGELEGT VON

SIMON BLUMENFELDT
AUS RIGA

VERLAGSBUCHHANDLUNG JULIUS SPRINGER IN BERLIN. 1930

Von der medizinischen Fakultät Basel genehmigt auf Antrag von
Professor Dr. S. Schönberg

Tag der Promotion: 11. Juli 1930

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Sonderabdruck aus der
„Deutschen Zeitschrift für die gesamte Gerichtliche Medizin", Band 15
Printed in Germany

In der letzten Zeit macht sich eine Abnahme der Arsenvergiftungen bemerkbar. Die Begründung liegt darin, daß die Fortschritte der Chemie in den Alkaloiden den Giftmischern bequemer zu handhabende und oft schneller betäubende Präparate geliefert haben, daß ferner die Gesetzgebung den Handel und Verkehr mit Arsen gegen früher wesentlich beschränkt hat, und nicht zuletzt in der Tatsache, daß der Giftmörder jetzt weiß, daß Arsen noch nach vielen Jahren in der Leiche nachgewiesen werden kann (*Schumburg*).

Die gerichtliche Medizin hat vorwiegend mit den akuten Vergiftungen zu tun, weil letztere fast immer einen schnellen tödlichen Verlauf nehmen und der Verdacht einer Vergiftung deshalb nahe liegt; die subakute Form, die evtl. Folge mehrmaliger Eingabe von toxischen Dosen ist, wird oft übersehen, und als Todesursache ein somatisches Leiden, das sich vielleicht der Vergiftung anschließt, angenommen. Es ist deshalb nicht verwunderlich, daß die subakute Form, als weniger auffallende, vielfach in verbrecherischer Absicht gewählt wird. Die chronische Form, die durch Mißbrauch von arsenhaltigen Arzneimitteln oder gewerblich hervorgerufen wird, ist selten die Folge einer absichtlichen Vergiftung, da die tägliche unbeobachtete Beibringung von einigen Milligramm Arsenik Schwierigkeiten begegnen würde; außerdem wäre der Erfolg unsicher, oder er würde zumindest lange Zeit auf sich warten lassen. Bei chronischer Vergiftung kann man mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen, daß eine absichtliche Beibringung des Giftes von anderer Seite nicht vorliegt (*Heffter*).

Die Eingangspforten, durch die das Gift eingegeben werden kann, sind mannigfaltig. Die Applikationsstelle ist gleichgültig; die Folgen sind dieselben, wenn nur Resorption ins Blut möglich ist.

Von der Applikationsstelle aus wird das Arsen von den Schleimhäuten resorbiert und im Blut weiter befördert. In der Lymphe hat man Arsen noch nie gefunden; dagegen im Blut selbst in den Blutkörperchen,

nie aber im Serum (*Schumburg*). Je nachdem das Arsen in gelöster oder fester Form in den Magen gelangt, wird es schneller oder langsamer in das Blut übergeführt. Das in den Kreislauf übergegangene Gift lagert sich in den meisten Organen ab, um von hier aus wieder in einer, den einzelnen Organen entsprechenden Zeit auf dem Blutweg durch verschiedene Ausgangspforten ausgeschieden zu werden. Unmittelbar nach der Gifteinnahme befindet sich das Arsen in seiner ganzen Menge im Mageninhalt nur ganz kurze Zeit, denn die Resorption verläuft schnell. Schon nach 4 Stunden kann das Gift in der Leber und Milz nachgewiesen werden (*Taylor*), nach 5—6 Stunden ist das Arsen schon in den Bauch- und Brusteingeweiden, im Gehirn, in den Muskeln und Knochen zu finden.

Geoghegan fand in der Leber von etwa $3^1/_2$ Pfund Gewicht nach $5^1/_2$—7 Stunden 0,8 Gram Arsen. *Lesser* hat 5—6 Stunden nach Arsenaufnahme in 360 g Oberschenkelknochen 1,48 mg Arsenik, in einem 2. Fall, ebenfalls nach 5—6 Stunden, in einer Mischung von Knochen und Haaren Spuren von Arsenik nachweisen können. (Es ist nicht ausgeschlossen, daß im 2. Falle das Haar arsenfrei war, während nur die Knochen Spuren von Arsen enthielten.) Das Arsen findet sich auch in Sekreten und Exkreten. Bei *Poulsson* finden wir einen Fall von letaler Vergiftung eines Kindes, das von seiner, an akuter Vergiftung leidenden Mutter gestillt wurde. Ebenfalls hat *Roussin* experimentell festgestellt, daß Milch von Tieren, die mit Arsen gefüttert wurden, arsenhaltig wird. Auch *Chatin* gelang es, bei einem mit Arsen Vergifteten, in dem Inhalt einer durch Blasenpflaster erzeugten Blase Arsen nachzuweisen. *Taylor* fand Arsen in serösen Pleuraergüssen. Bei einer im 4. Monat der Schwangerschaft Vergifteten konnten *Mareska* und *Lardos* im Uterus, in der Placenta und im Fetus Arsen nachweisen. Ein ähnlicher Fall wird von *Lesser* beschrieben, wobei eine im 5. Monat Schwangere einen Teelöffel Arsenik genommen hatte und nach 18 Stunden starb. Es fand sich in der Placenta, in den Eihäuten und in der Frucht 23 mg Arsen, dagegen war das Fruchtwasser arsenfrei. *Ziemke* berichtet von einem 19jährigen schwangeren Dienstmädchen, das Arsen zu sich nahm und nach kurzer Zeit starb. Die chemische Untersuchung wies in der Placenta 22 mg Arsen, in der Nabelschnur 0,2 mg, im Fruchtwasser 0,1 mg, in der Frucht 1,32 mg (wovon 0,5 mg = $^1/_3$ der Gesamtmenge in der Leber) nach.

Ob bei akuter Vergiftung Arsen in die *Haare* übergeht, hängt davon ab, wie lange der Vergiftete am Leben bleibt. In einem von *Heffter* angegebenen Vergiftungsfall, in dem der Tod nach 6—8 Stunden nach der Vergiftung eintrat, ließ sich in den Haaren kein Arsen nachweisen. Der Fall 191 von *Liman*, wo der Tod am 2. Tag eintrat und nur das Haar arsenhaltig war, ist seiner Ätiologie nach unklar und kann deshalb nicht verwertet werden. Ein anderer Fall (Exitus am 5. Tag; in 9 g Haaren fand sich auf 100 g berechnet 1,1 mg Arsen) wird von *Bergeron* bei *Heffter* angegeben. Weitere Fälle über Arsengehalt der Haare bei akuten Vergiftungen konnte ich in der Literatur nicht finden. Auch bei Tierversuchen wurde diese Frage wenig berührt. *Schiff* fand Arsen im Haar bei einem, nach Eingabe von 3 g Arsenik verendeten Hund; die Lebezeit ist aus der Mitteilung nicht ersichtlich. *Heffter* stellte einige Versuche an Hunden und Kaninchen an, wobei er zur Untersuchung stets 5 g Haar nahm. Die Resultate waren folgende:

Versuch 1: Hund 11,3 kg; erhält 1,5 g gepulvertes Arsenik per os. Nach 24 Stunden abgeschnittenes Haar gibt einen deutlichen Arsenspiegel (etwa 0,01 mg).

Versuch 2: Hund 8,9 kg; 0,584 Natriumarsenit. Nach 7 und 8 Stunden das Haar arsenfrei.

Versuch 3: Kaninchen 2,1 kg, erhält per os 0,025 g Arsenik pro Kilogramm Gewicht. Nach 1, 3 und 7 Tagen abgeschnittene Haare zeigen keinen Arsenspiegel.

Versuch 4: Kaninchen 2,1 kg; bekommt 0,035 g ungelöstes Arsenik pro Kilogramm Gewicht. Die nach 2, 6 und 27 Tagen abgeschnittenen Haare zeigen keine Arsenreaktion.

Versuch 5: Kaninchen 2,7 kg; erhält 0,189 g. Arsenik ungelöst per os. Exitus nach 8—20 Stunden. In den Haaren ist Arsen nicht sicher nachweisbar.

Versuch 6: Kaninchen 2,25 kg; 0,0225 g Natriumarsenit per os. Nach 1 und 3 Tagen Haararsenfrei, nach 15 Tagen deutlich Arsen nachgewiesen.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß das Arsen schon vor dem 15. Tag zu finden war, da die Zeitdifferenz im letzten Versuch zwischen vorletzter und letzter Haarentnahme viel zu groß war.

Über die Verteilung des Arsens im Körper bei akuten Vergiftungen belehren uns die von *Lesser* angegebenen Zahlen.

Tab. A bringt nach der Größe der ermittelten Quantitäten Fälle, wo der Magen und sein Inhalt, die Speiseröhre und der Zwölffingerdarm untersucht wurden, *Tab. B* solche des Darmes und seines Inhaltes in der Reihenfolge der Tab. A.

Tabelle A. *Tabelle B*

Nr.	Alter und Geschlecht	Tod nach St.	Sektion nach	Arsenik mg	Masse g	Arsenik mg	Masse g	Magen zu Darm auf 100 g berechnet
4	9j. Knabe	6,5	4 Tage	1538,8	467	216,1	1102	329,5 : 19,1
2	49j. Frau	5—6	2 „	1202,8	550	163,2	1616	217 : 10,1
23	22j. Mädchen	18,5	$1^1/_4$ Tage	916,5	715	179,7	1255	128 : 14,5
18	36j. Mann	12—16	4 Tage	865,6	964			
26	59j. „	20—21	4 „	677,7	540	36,6	1020	144 : 3,6
19	32j. „	17	2,5 „	482,0	1447	111,2	1773	33 : 6,3
8	20j. Mädchen	8	2 „	224,9	780			
20	21j. „	18	4 „	168,7	430			
32	35j. Frau	50	13 „	153,6	400	11,6	120	38,4 : 9,0
16	40j. „	14	45 „	126,0	170			
28	50j. Mann	38	3 „	120,5	603			
25	34j. Frau	20	6 Monate	117,7	129			
27	36j. Mann	24	3 Tage	93,0	?	23,0	712	
17	2,9j. Mädch.	14	3 „	53,2	85			
10	24j. Mädchen	9	2 „	9,42	600			
11	46j „	9,5	3 „	7,82	165			
35	4j. „	90	2 „	4,0	139	17,9	580	2,8 : 3,1
33	30j. Frau	62	2 „	0,0	100	0,0	100	0 : 0

Der Giftgehalt der sog. zweiten Wege ist aus der folgenden *Tabelle C* (in Milligramm auf je 100 g Organ) ersichtlich.

Würde der Arsengehalt graphisch dargestellt werden, so hätten wir eine bis Fall 23 aufsteigende, von da an kontinuierlich abnehmende Kurve.

Daß bei akut verlaufenden Arsenvergiftungen die ersten Wege große Mengen von Gift, während die zweiten Wege relativ geringere Mengen

Tabelle C.

Fall Nr.	Tod nach St.	Leber	Nieren	Milz	Herz	Blut	Lungen	Gehirn	Os-femor	Körper-Musk.
2	5—6	4,3	1,4	47,0	1,2	0,4	22,2	0,2	0,4	0,5
19	17	3,5	4,2	3,6	0,8	2,0	0,4	0,3		0,3
23	18,5	5,3	16,2	16,3	9,2	14,8		Spur		1,5
26	20—21	4,3	1,6	10,6	1,3		2,2	0,1	0,6	0,3
27	24	2,8	1,4	1,1	0,8	0,4	0,4	0,1	1,3	0 6
33	62	Spur	—	Spur	—		—	—	—	—
35	90	0,2	4,6	6,5	2,2	1,8	4,5	0,3	0,4	1,4

aufweisen, zeigt uns folgende Tabelle, zusammengesetzt aus einigen Fällen von verschieden langem Krankheitsverlauf:

Fall Nr.	Tod nach St.	In 100 g des Magens u. Inh.	In 100 g der 2. Wege	Verhältnis I : II
2	5—6	217	8,6	25 : 1
19	17	33	1,9	17,3 : 1
23	18,5	128	9,0	14 : 1
26	20—21	144	2,5	58 : 1
27	24	?	1,0	
33	62	0,0	Spur	
35	90	2,8	2,4	1,2 : 1

Von tödlichen Vergiftungen durch wiederholte Darreichung von Arsen finden wir unter den von *Lesser* angegebenen Fällen nur einen (Nr. 36) brauchbar, während die anderen keinen Anhalt für die Krankheitsdauer nach der letzten Giftdose und ihre Größe geben.

Fall 36. Krankheitsverlauf: Am Nachmittag des 7. IV. plötzlich erkrankt mit Erbrechen, Durchfall, Schwindel; die häufigen Entleerungen dauerten bis zum Morgen des 8. IV. an, nahmen dann unter Besserung des Allgemeinbefindens im Laufe des Tages ab. Nachts vom 8. auf den 9. IV. Befinden relativ gut. Gegen 5 Uhr morgens des 9. IV. wiederum Exacerbation der gastro-intestinalen Erscheinungen. Um $11^1/_2$ Uhr vormittags laugte der Ehemann noch 2 Bogen Fliegenpapier mit Wasser aus, das Denata bald trank: häufiges Erbrechen und Diarrhöe, Leibschmerzen. Tod um 23 Uhr des gleichen Tages. Die Krankheitsdauer betrug somit $2^1/_2$ Tage. Der Tod trat 12 Stunden nach der letzten Dosis ein. Im Mageninhalt der Leiche fanden sich 28,7 mg Arsenik, in der Magendarmwand 23,4 mg Arsenik. In 750 g Magen, Darm und Inhalt fanden sich 52,1 mg Arsenik, während 160 g Organ der 2. Wege (Leber, Nieren, Milz) nur Spuren von Arsen zeigten. Einer der noch nicht benutzten Fliegenpapierbogen enthielt 247,5 g Arsenik.

Wenn auch ein einziger Fall nicht beweiskräftig ist, so sehen wir doch, daß der Satz: bei mehrfacher Giftverabreichung zeigen die zweiten Wege einen relativ größeren Arsengehalt, als die ersten Wege, nicht als Regel gelten kann.

Während sich in der Literatur zwar Fälle von Vergiftungen durch wiederholte Verabreichung von Arsen fanden, sind solche mit genauer

Angabe der Arsenmenge, der Krankheitsdauer und der Zeit des Amlebenbleibens nach der letzten Dosis nicht angeführt.

Erfolgt der Tod nicht bald nach der Giftaufnahme, so wird der Gehalt an Arsen in den Organen wieder geringer, denn die Elimination ist eine ziemlich rasche. Die Ausscheidung erfolgt hauptsächlich durch den Harn, Darminhalt, Galle und Schweiß. *Flaudin* nimmt sogar eine Ausscheidung mit der Exspirationsluft an, wofür das von *Capello* beobachtete Sterben von Fliegen in der Nähe von Kranken sprechen soll. Die Ausscheidung durch den *Harn* beginnt schon nach 2 Stunden (Lewin). Nach Angaben anderer Autoren soll Arsen erst nach 5—6 Stunden im Harn auftreten; nach arsensaurem Kali schon nach einer Stunde. Nach 5—8 Tagen ist die Ausscheidung vorüber, so daß mit dem Nachweis von Arsen im Urin in der 2. Woche mit Sicherheit nicht mehr zu rechnen ist (*Maschka*, *Taylor*). Wenn diese Angaben von *Maschka* auf eine relativ rasche Elimination hinweisen, so sieht man nicht selten auch das Gegenteil. Nach *Brouardel* und *Pouchet* wurde bei einer arzneilichen Vergiftung noch 40 Tage nach dem Aufhören der Medikation Arsen im Harn nachgewiesen, bei einer Vergiftung durch arsenhaltigen Wein in Hyeres bis 90 Tage nach der letzten Einnahme. *Hefter* nimmt an, daß die Ausscheidung im Harn sogar bis 7 Monate dauern kann. Solange die Ausscheidung im Harn dauert, muß im Körper noch Arsen in den Organen vorhanden sein. Anderseits kann Arsenik noch im Körper verweilen und der Harn doch arsenfrei sein, dies war bei dem Harn der Fall, den der Herzog von Praslin kurz vor seinem Tode ließ, während in der Leiche noch Arsenik gefunden wurde (*Taylor* bei *Prölss*).

Bei oraler Applikation wird der größte Teil von Arsen durch die zahlreichen *Stühle* entfernt; so nach *Husemann* $^2/_3$ der aufgenommenen Arsenmenge nach Abzug des Erbrochenen. Geringe Mengen von Arsen trifft man auch im Stuhl nach Inhalation von arsenhaltigem Staub und parenteraler Applikation — Wunden, Scheide. Da können wir annehmen, daß das Arsen auf dem Blutweg in die Leber und von hier durch die Galle in den Darm gelangt.

Die Frage der Ausscheidung des Arsens durch die *Haare* wurde früher vielfach diskutiert; leider hat man dabei auf die Verhältnisse der subchronischen und chronischen Arsenvergiftung nur selten Rücksicht genommen, so daß die Frage fast stets negativ beantwortet wurde. Noch im Jahre 1888 lehnt *Taylor* die Untersuchung von Haaren, als durchaus aussichtslos, ab. Denselben Standpunkt vertritt *Liman* bei Beurteilung einer Arsenvergiftung [191] — „Arsenik in den Haaren einer nach 11 Jahren ausgegrabenen Leiche. Ein unaufgelöstes Rätsel.“ Die Haare der Leiche enthielten Arsen, während die übrigen Teile der Leiche, sowie der Sand keinen Arsengehalt zeigten. „Das Haar enthält nach den bisherigen Untersuchungen kein Arsen. Es ist unwahrscheinlich, daß während

des Lebens Arsen in das Haar gebracht war; so würde anzunehmen sein, daß dasselbe erst nachher dorthin gelangt war: aus den Organen, oder aus der Umgebung der Leiche.“ Die Annahme, daß durch künstliche Blumen, Blätter, Kleidung der Arsengehalt der Haare erklärt werden könne, konnte mit Sicherheit widerlegt werden.

Jetzt ist es wohl allgemein bekannt, daß Arsen in den Haaren fest gebunden ist, und aus dem toten Haar weder durch siedendes Wasser und Alkohol das Arsen entfernt, noch von außen durch Kochen in Arsenlösung in dasselbe beigebracht werden kann. Das einmal aufgenommene Arsen wird, wenn der Vergiftete oder das Versuchstier am Leben bleibt, noch Monate und Jahre lang ausgeschieden; also dann noch, wenn in andern Organen keine Spuren sich nachweisen lassen. So konnte *Heffter* einen Fall beobachten, wo das Haar 11 Monate nach der Vergiftung noch arsenhaltig war. In einem andern, von *Heffter* angegebenen Fall, fand er 59 Tage nach einer akuten Vergiftung in 5,3 g Haaren auf 100 g berechnet 1 mg Arsen. Bei 2 Kaninchen fand er im Haar, beim ersten nach 7 Monaten, beim zweiten nach 1 Jahr und 12 Tagen noch eine bestimmbare Menge Arsen, während Leber und Knochen davon frei waren.

Scherbatscheff konnte mit Sicherheit feststellen, daß Arsen im *Gehirn* und in den *Knochen* länger als in anderen Organen verbleibt. Das Haar wurde von ihm dabei nicht berücksichtigt. Nach kurzem Gebrauch soll Arsen am längsten im Gehirn zu finden sein, während er es nach längerem Gebrauch meistens in den Knochen fand. So konnte *Scherbatscheff* bei einem Hund, dem 25 Tage lang 4 mg Arsen täglich injiziert wurden, nach 160 Tagen Arsen im Gehirn und Knochen nachweisen. *Scherbatscheff* kommt auf Grund seiner Untersuchung an Kaninchen zu dem Schluß, daß eine und dieselbe Menge Arsen bei verschiedenen Tieren nicht gleich schnell ausgeschieden wird. Die Dauer der Ausscheidung des Arsens hängt von der Gesamtmenge des eingenommenen Giftes ab, ist jedoch derselben nicht proportional.

Nun sei noch hier kurz die Möglichkeit erwähnt, daß *Arsen* auch im *gesunden Organismus* nachgewiesen werden kann, obgleich von außen Arsen nicht zugeführt wurde.

Gautier nimmt an, daß das Arsen, welches im tierischen Organismus gefunden wird, zu den notwendigen Komponenten des Körpers gehöre und stets in den normalen Organen zu finden sei. Es wird mit den pflanzlichen Nahrungsmitteln aufgenommen, in denen Arsen einen regelmäßigen Bestandteil bildet; z. B. Rüben, Kohl, Kartoffeln. Im Körper wird es von der Thyreoidea und einigen anderen Organen aufgenommen und als ein für die Funktion des betreffenden Organs notwendiger Bestandteil zurückgehalten. Er fand in 100 g Schilddrüse des Menschen 0,75 mg As, Brustdrüse 0,13 mg, im Gehirn unwägbare Mengen, in den Haaren, Knochen, in Haut und Milch Spuren. Alle übrigen Organe waren arsenfrei. Diese Spuren sind toxikologisch belanglos, da auch *Gautier* die zur chemischen Untersuchung gelangenden Organe: Magen, Darm, Leber, Nieren, Lungen arsenfrei gefunden hat. *Ziemke* hat eine größere Anzahl verschiedener menschlicher gesunder

Organe auf ihren Arsengehalt untersucht. Das Ergebnis war in allen Fällen ein negatives. Die Differenz zwischen seinen und den Gautierschen Untersuchungsergebnissen glaubt er in dem Reichsgesetz vom 5. IV. 1887 zu finden, wonach eine scharfe Kontrolle in der Verwendung gesundheitsschädlicher Stoffe bei der Herstellung von Nahrungsmitteln und Gebrauchsgegenständen eingeführt wurde. Infolgedessen ist die Möglichkeit der Arseneinfuhr in den Körper auf diesem Wege eine geringe, während in anderen Ländern, wo ein derartiges Gesetzt nicht besteht, dem Eindringen des Arsens in den Organismus kein Schutz entgegensteht. So z. B. fand *Shattuck* in U. S. A. bei einer großen Anzahl gesunder Personen Arsen im Harn, eine Tatsache, welche nach den Untersuchungen von *R. Richter* für Deutschland nicht zutrifft. Nach *Bang* finden sich im Harn in der Regel Arsenmengen bis zu 0,52 mg pro Tagesmenge. Als Quelle für dieses Arsen sind die Nahrungsmittel anzusehen, insbesondere Fische, die auf 100 g Trockensubstanz 4 mg Arsen enthalten.

Die Beantwortung der Frage, ob ein Vergiftungsfall durch Arsen vorliegt, und ob derselbe durch einmalige oder mehrmalige Arsenaufnahme hervorgerufen wurde, hängt von folgenden 3 Faktoren ab: vom Krankheitsbild, vom Sektionsbefund und vom chemischen Befund.

Der erste Faktor weist freilich schwerwiegende Mängel auf. Zunächst ist man häufig auf Zeugenaussagen angewiesen; ferner wird man wegen der Ähnlichkeit der Vergiftung mit anderen Krankheitsbildern keinen Schluß auf Arsenikvergiftung mit Sicherheit ziehen können. Deshalb können die dem Tode vorausgehenden Erscheinungen keinen einwandfreien Beweis liefern, sondern nur einen den Beweis unterstützenden Wert haben.

Von größerem Wert ist der Sektionsbefund, der häufig ein völlig objektives Bild gibt. Bei Vergiftungen mit gastrointestinalen Krankheitserscheinungen ist der Befund ein typischer; das gleiche Bild kann zwar auch bei Cholera und Wurstvergiftung auftreten — doch kann hier die bakteriologische Untersuchung die nötige Klarheit verschaffen. Hervorzuheben ist noch, daß die Veränderungen an der Leiche auch fehlen können, wie z. B. bei der paralytischen Form. Das Gesagte wird im allgemeinen für frische Leichen gelten; hat man es aber mit nach Monaten und Jahren exhumierten zu tun, wo die in Frage kommenden Organe fehlen können, so ist es nur auf dem Wege der chemischen Untersuchungen möglich, in den zurückgebliebenen Knochen und Haaren noch Arsen nachzuweisen. Wie aus dem bereits Erwähnten ersichtlich ist, kommt zum Nachweis einer Arsenvergiftung die größte Bedeutung dem chemischen Befund zu. Einschränkend ist zu sagen, daß ausnahmsweise eine Vergiftung vorliegen kann, auch wenn der chemische Befund negativ ausfällt. Dies wird der Fall sein, wenn der Tod sehr spät nach der letzten Dosis eintritt und Arsen bereits aus sämtlichen Organen des Körpers ausgeschieden wurde.

Daß es im übrigen nicht ganz leicht ist, aus dem chemischen Befund allein auf ein- oder mehrmalige Arseneingabe zu schließen, zeigt der Fall, der uns zur Behandlung des Themas unmittelbar Anlaß gab.

1926 kam vor den Geschworenen in B. der Giftmordprozeß gegen Dr. R. und G. zur Verhandlung, die unter der Anklage standen, die Ehefrau des Dr. R. durch Arsenik vergiftet zu haben. Aus der gerichtlichen Verhandlung ergibt sich die Krankengeschichte, die, weil erst am letzten Tage vor dem Exitus 2 Ärzte zugezogen wurden, von Dr. R. und dem Dienstmädchen N. geschildert wurde, in folgenden Zügen:

Am 12. XII. 1925 habe Frau R. zum Nachtessen ein Schweinsohr gegessen; daraufhin Magenbeschwerden in Form von Aufstoßen und Druck in der Magengegend. — 13. XII. Appetit schlecht. Rücken- und Kopfschmerzen. — 14. XII. Abends 5—6 Uhr nach vorhergegangenem relativem Wohlbefinden plötzliches Übelsein, Magendruck, Aufstoßen und später auch Erbrechen. Allgemeinbefinden schlecht. Kältegefühl, blasse Haut, Durst, Angstzustand. Nachts Krämpfe an den Händen und Füßen, blaue Finger. Diarrhöe. Therapie: Tee, Pantopon 10—12 Tropfen 3mal täglich, Silikose. — 15. XII. Erbrechen, Druck in der Magengegend etwas weniger stark, Allgemeinbefinden besser, Kältegefühl, Haut blaß, Durst, Diarrhöe. Therapie: Tee, Pantopon 10—12 Tropfen 3mal täglich, Silikose 3—4mal täglich. — 16. XII. Magendruck fast verschwunden, Schmerzen mehr lokalisiert im Unterbauch, Kältegefühl, blasse Haut, Allgemeinbefinden ordentlich, Diarrhöe mit Schleimbeimengung, kein Erbrechen. Durst. Schwäche, bettlägerig. Therapie: dito. — 17. XII. Darmempfindlichkeit etwas besser, Kältegefühl, Blässe. Puls etwas schwach, regelmäßig. Abends Kollaps von kurzer Dauer. Diarrhöe. Therapie: Tee, Opiumsupp. Nr. I. Heidelbeerbrühe, Silikose. — 18. XII. Befinden morgens ordentlich. Puls klein, regelmäßig. Herztöne rein, beide gut hörbar. Diarrhöe. Gegen Abend Diarrhöe mit Schleim- und Blutbeimengung. Im Verlaufe des Nachmittags Angstgefühl (15 Tr. Tinct. Digit.). Abends: schlechter Puls, kalte Hände und Füße. An der Herzspitze nur ein Ton. Sehstörung. Pupillen eng. Anurie. Sensorium frei. Sehnen- und Hautreflexe erloschen. Therapie: Tinct. Opii, Tee, Coffein, Campher, Digifolin, Kochsalzinfusion.

Exitus ruhig, etwa 23 Uhr.

Sektionsprotokoll vom 19. und 22. XII. 1925.

(Sektion vom verstorbenen Berner Gerichtsarzt Prof. *Howald.*)

A. Äußere Untersuchung.

Ziemlich kräftig gebauter weiblicher Körper von 162 cm Länge. Muskulatur und Fettposter ziemlich gut entwickelt. Totenstarre überall vorhanden, an der Rückenfläche des Körpers ausgedehnte Leichenflecken. Keine Fäulnisverfärbungen. Hornhäute leicht getrübt, Pupillen von mittlerer Weite. Keine besondere Hautverfärbung. Kein Hautausschlag.

B. Sektion.

I. Hals und Brust.

Muskulatur von normaler Farbe und Transparenz. Fettpolster hellgelb. Im Kehlkopf und obern Teil der Luftröhre kein besonderer Inhalt, Schleimhaut blutreich. Brustdrüsen groß, aus den Schnittflächen quillt milchige Flüssigkeit. — Brustsitus: Die Lungen mäßig retrahiert, frei. In den Brustfellräumen kein besonderer Inhalt. — Im Herzbeutel wenig klare seröse Flüssigkeit. Das Herz von normaler Größe, Form und Konsistenz ohne subseröse Blutungen. In beiden Herzhälften ziemlich viel zum größern Teil flüssiges Blut. An den Klappen keine Veränderungen. In der linken Herzkammer unter dem Endokard der Scheidewand eine ausgedehnte Blutung. Anfangsteil der Aorta und Kranzarterien ohne Ver-

änderungen. Wanddicke 10 mm links, rechts 3—4 mm; Muskulatur von grauroter Farbe mit ziemlich starker diffuser Trübung. — Zunge, weicher Gaumen, Speiseröhre und Brustaorta ohne Veränderungen. Schilddrüse nur wenig vergrößert, blutreich, ohne Knoten. Im untern Teil der Luftröhre und in deren groben Verzweigungen das Gleiche wie im obern Teil. — Die Lungen von normaler Größe. Lungenfell glatt und glänzend; keine subpleuralen Ecchymosen. Das Gewebe überall lufthaltig, etwas ödematös, gut bluthaltig. In den feinen Verzweigungen der Luftröhre wenig schaumige Flüssigkeit.

II. Bauchhöhle.

Bauchsitus: Zwerchfell steht links im 5., rechts im 4. Rippenzwischenraum. Leberrand 1—2 cm unterhalb des Rippenbogens. Magen und Därme nicht aufgetrieben, eher eng. Bauchfell glatt und glänzend. Im kleinen Becken keine Flüssigkeit. Harnblase leer. Gebärmutter leicht vergrößert, in normaler Lage. Milz nicht vergrößert, schlaff, gut bluthaltig. Nebennieren unverändert. Nieren vergrößert, Kapsel dünn, gut abziehbar. Oberfläche glatt. Schnittfläche: Rinde etwas verbreitert, von graugelblicher Farbe, Gewebe gleichmäßig intensiv trüb. Markpyramiden sehr blutreich. Brüchigkeit vermehrt. Nierenbecken ohne Veränderungen.

Im Magen ganz wenig dünne bräunliche Flüssigkeit, etwas kakaoriechend. (Nach Angabe des bei der ersten Sektion anwesenden Dr. R. dünner Kakao ohne Zucker.) Die Magenschleimhaut unverändert, mäßig bluthaltig. Im Zwölffingerdarm der gleiche Inhalt, Schleimhaut bluthaltig. Der große Gallengang durchgängig.

Leber relativ groß, Oberfläche glatt. Schnittfläche ohne deutliche Läppchenzeichnung. Das Gewebe gleichmäßig von gelblicher Farbe, trübe, brüchig. In der Gallenblase viel dicke dunkelgrüne Galle. Dünndarm mit ganz wenig dünnbreiigem graugelblichem Inhalt. Schleimhaut blutreich, leicht verdickt, von sammetartiger Beschaffenheit, mit vereinzelten kleinen Blutungen. Im Dickdarm wenig schleimiger Inhalt von schwärzlicher Farbe. (Nach Aussagen von Dr. R. wurde wegen des Durchfalls Bismuth gegeben.) Schleimhaut ziemlich gut bluthaltig. Mesenterialdrüsen ohne Besonderheiten. Harnblasenschleimhaut unverändert. Die Schleimhaut der Gebärmutter blutig infiltriert. Eierstöcke von normalem Aussehen, blutreich. Der Kopf der Bauchspeicheldrüse stellenweise blutig imbibiert. Bauchaorta unverändert.

III. Schädel.

Weiche Schädeldecke und Schädeldach unverändert. Die harte Hirnhaut mit der Innenfläche des letztern verwachsen. In den Blutleitern wenig flüssiges Blut. Innenfläche glatt und glänzend. Spinnwebenhaut nicht verdickt. Weiche Hirnhaut blutarm. Arterien der Hirnbasis unverändert. Hirnhöhle ohne Besonderheiten. Adergeflechte blutarm. Substanz von Großhirn, Kleinhirn und verlängertem Mark mit geringem Blutgehalt, gut durchfeuchtet.

Nach der Sektion wurden der Leiche Magen und Darm samt Inhalt, große Stücke der Leber und der Nieren, die Schilddrüse, Knochengewebe, Stücke der Brustdrüse und des Gehirns zur chemischen Untersuchung entnommen.

Auszug aus dem Bericht des Kantonschemikers (Dr. *Weber*, Bern).

Die chemische Untersuchung des Darminhaltes ergab die Anwesenheit von Bismut und Arsen. Da das Wismut als Medikament Verwendung fand, so wurde die weitere Untersuchung auf die quantitative Bestimmung des Arsens beschränkt.

Aus mehreren gewichtsanalytischen Bestimmungen ergab sich ein durchschnittlicher Gehalt von 102 mg As_2O_3 in 100 g Darminhalt.

Dieselben Resultate wurden erhalten, wenn man den beim Marshschen Arsennachweis erhaltenen Spiegel mit Spiegeln verglich, die aus bekannten Mengen von Arsentrioxyd gewonnen waren.

Die von Prof. *H.* persönlich überbrachten Organteile (Nieren, Leber und Gallenblase, Dickdarm, Brust, Blut, Hirn und Knochen) wurden in derselben Weise untersucht.

Resultat der quantitativen Bestimmungen: In je 100 g der nachfolgend bezeichneten Organe sind enthalten:

Leber	60 mg	As_2O_3
Dünndarm	21 „	„
Nieren	10 „	„
Blut	1,8 mg	„
Hirn	1,5 „	„
Brust	1,7 „	„

Zusammenfassend ergibt sich in diesem Falle folgendes: Was zunächst das Krankheitsbild betrifft, so wäre durchaus folgendes hervorzuheben: Die Krankheit begann mit allgemeinen Symptomen einer Magen-Darmaffektion, die zuerst auf den Genuß einer angeblichen verdorbenen Speise zurückgeführt wurden. Nach vorübergehender Besserung stellte sich nach 2 Tagen eine plötzliche Verschlimmerung ein mit Erbrechen, Kältegefühl, Krämpfen und Diarrhöe, welche zunächst anhielten, aber langsam nachließen. Vor dem Tode stellten sich wieder schwere Krankheitserscheinungen ein mit starker Herzschwäche, Kältegefühl, Lähmung der Sehnerven, Verengerung der Pupillen und Aufhebung der Sehnenreflexe als vorwiegend nervöse Störung. Die Sektion ergab Zeichen eines Darmkatarrhs mit parenchymatöser Degeneration und Verfettung von Herz, Nieren und Leber. Die chemische Untersuchung zeigte auffallend große Mengen von Arsen in den inneren Organen und im Darminhalt.

Sowohl aus dem Krankheitsverlauf, dem Ergebnis der Sektion und namentlich der chemischen Untersuchung ergibt sich mit Sicherheit als Todesursache eine Arsenvergiftung. Zu untersuchen war noch die Frage, ob das Arsen in ein- oder mehrmaligen Dosen eingenommen worden war. Sowohl aus den Krankheitserscheinungen und ihrem Ablauf als auch aus der Verteilung und der Menge des im Körper gefundenen Arsens wurde im Gutachten der Schluß gezogen, daß sehr wahrscheinlich mindestens 2 mal Arsen genommen worden war. Da gemäß der Sektion und besonders dem chemischen Befund eine Arsenvergiftung sicher war, so darf ohne weiteres das ganze Krankheitsbild als Arsenvergiftung angenommen werden. Die verschiedenen Verschlimmerungen im Zustande der Kranken sprachen nach allgemeiner Erfahrung für die Annahme, daß jede von ihnen wahrscheinlich durch eine neue Giftdose ausgelöst wurde. Eine tödliche Arsenvergiftung nach *einmaliger* Gifteinnahme zu Beginn der Krankheit mußte unter Berücksichtigung der großen Arsenmengen, die im Körperinhalt der Leiche konstatiert worden waren, ausgeschlossen werden, der chemische Befund entsprach vielmehr der Annahme einer

größeren Dose kurze Zeit vor dem Tode, welcher Annahme aber das Krankheitsbild nicht entsprach. Auch der große Arsengehalt der Leber läßt den Schluß nicht zu, daß die tödliche Wirkung auf eine Arseneinnahme mehrere Tage vor dem Tode zurückzuführen sei. Bei einer so großen einmaligen Dose müßte der Tod früher eingetreten sein. Es ergab sich daher sowohl aus dem Krankheitsbild als auch aus der chemischen Untersuchung der Schluß, daß eine mehrmalige, mindestens aber 2malige Giftapplikation anzunehmen sei.

Da die allgemeine Ansicht, aus der Arsenverteilung in den einzelnen Organen auf ein- oder mehrmalige Arsenverabreichung zu schließen, bisher durch positive experimentell Versuche nicht bestätigt war, ist mir die Aufgabe übergeben worden, die Tatsache experimentell zu prüfen, inwiefern es gerechtfertigt wäre, aus der Arsenverteilung in den Organen zu entscheiden, ob ein- oder mehrmals und wie lange Zeit vor dem Tode das Gift verabreicht wurde. Die vorliegenden experimentellen Arbeiten in der Literatur beschränken sich zum größten Teil auf intravenöse Applikationen des Arsens. Arbeiten über Arsenfütterung sind nur ganz vereinzelt zu finden und haben den Mangel darin, daß entweder aus der Beschreibung einzelne Faktoren, wie Menge des Arsens, Zeit des Amlebenbleibens oder Form der Vergiftung nicht zu eruieren sind oder daß nur einzelne Organe berücksichtigt wurden. Wir haben es daher uns zur Aufgabe gemacht, den menschlichen Vergiftungen ähnliche Prozesse zu erzeugen und haben bei unseren Versuchen die orale Fütterung mit Arsen benutzt. Für die Versuche wurden Kaninchen herangezogen, denen man gelöstes Arsen durch eine Schlundsonde in den Magen einführte. Die Tiere starben entweder infolge der Vergiftung oder sie wurden zu bestimmter Zeit durch Nackenschlag getötet. Bei einzelnen Kaninchen wurden die Organe (jeweils in Quantitäten von 20 g) um ganz sicher zu gehen, wiederholten Untersuchungen unterzogen. Die Arsenbestimmung geschah nach der für kleinere Arsenmengen geeigneten *Ivar Bang*-Methode.

Die erste Versuchsreihe umfaßt 9 Kaninchen, denen man eine *einmalige* orale Arsendose verabreichte. Im folgenden gebe ich die einzelnen Experimente mit ihren Ergebnissen, der Länge der Versuchsdauer entsprechend, an.

Kaninchen 7. Gewicht 2600 g, erhält 129,2 mg Arsen. Lebensdauer $1^1/_2$ Stunden. Sektionsgewicht 2600 g.

Kaninchen 17. Gewicht 2870 g, erhält 37,9 mg Arsen. Lebensdauer 2 bis 3 Stunden. Sektionsgewicht 2780 g.

Kaninchen 16. Gewicht 2050 g, erhält 75,7 mg As. Lebensdauer 6 Stunden. Sektionsgewicht 1950 g.

Kaninchen 1. Gewicht 2650 g. 75,7 mg As. Lebensdauer 8 Stunden. Sektionsgewicht 2400 g.

Kaninchen 2. Gewicht 2700 g. 30,4 mg As. Lebensdauer 32 Stunden. Sektionsgewicht 2730 g.

Kaninchen 21. Gewicht 2800 g, erhält 30,4 mg As. Lebensdauer 3 Tage. Sektionsgewicht 2530 g.

Kaninchen 8. Gewicht 2550 g. 26,8 mg As. Lebensdauer 5 Tage. Sektionsgewicht 2670 g.

Kaninchen 9. Gewicht 2800 g. 26,8 mg As. Lebensdauer 7 Tage. Sektionsgewicht 2800 g.

Kaninchen 23. Gewicht 2700 g. 30,4 mg As. Lebensdauer 7 Tage. Sektionsgewicht 2100 g.

Tabelle A. *Verteilung des Arsens in den ersten Wegen.*

Die Zahlen in den Vierecken bedeuten: Links oben = Gewicht des Gesamtorgans in Gramm. Rechts oben = berechnete Menge des Arsengehaltes in Milligramm in bezug auf das Gesamtgewicht des Organs. Links unten = zur Untersuchung gebrauchtes Gewicht des Organs. Rechts unten = gefundene Arsenmenge in Milligramm. Mitte = Verhältnis der Arsenmenge in einzelnen Organen zur Gesamtdosis.

Kan. Nr.	As. Menge	Tod nach	Magenwand	Mageninhalt	Darmwand	Darminhalt	Arsengeh. der 1. Wege in mg	In 100g der 1. Wege
7	129,2	$1^1/_2$ St.	35 12,796 $^1/_{10}$ 20 7,312	140 82,95 $^2/_3$ 20 11,85	85 3,0 $^1/_{43}$ 20 0,707	180 3,375 $^1/_{40}$ 20 0,375	102,12 $^5/_6$	23,0
17	37,9	2 bis 3 St.	40 2,024 $^1/_{19}$ 20 1,012	80 22,5 $^3/_5$ 20 5,625	80 2,1 $^1/_{18}$ 20 0,525	120 2,25 $^1/_{17}$ 20 0,375	28,874 $^3/_4$	9,0
16	75,7	6 St.	25 3,827 $^1/_{20}$ 20 3,094	90 50,202 $^2/_3$ 20 11,156	150 4,5 $^1/_{17}$ 20 0,6	170 5,576 $^1/_{14}$ 20 0,656	64,105 $^4/_5$	14,7
1	75,7	8 St.	45 4,005 $^1/_{19}$ 20 1,781	mit Darminh. untersucht	90 3,565 $^1/_{21}$ 20 0,75	350 54,145 20 3,094	61,715 $^4/_5$	12,7
2	30,4	32 St.	30 0,843 $^1/_{35}$ 20 0,562	140 4,2 $^1/_7$ 20 0,6	105 3,425 $^1/_9$ 20 0,6525	260 8,837 $^1/_4$ 20 0,6795	17,305 $^1/_2$	3,2
21	30,4	3 Tg.	23 0,187 $^1/_{170}$ 20 0,163	100 2,34 $^1/_{13}$ 20 0,468	100 1,59 $^1/_{19}$ 20 0,318	100 6,6 $^1/_5$ 20 1,32	10,727 $^1/_3$	3,3
8	26,8	5 Tg.	35 0,35 $^1/_{75}$ 20 0,2	150 2,85 $^1/_{10}$ 20 0,38	80 1,126 $^1/_{25}$ 20 0,2815	200 6,565 $^1/_4$ 20 0,6565	10,891 $^2/_5$	2,3
9	26,8	7 Tg.	35 0,084 $^1/_{300}$ 20 0,048	110 0,0 20 0,0	80 0,224 $^1/_{120}$ 20 0,056	Kot 20 0,018	0,308 $^1/_{75}$	0,07
23	30,4	7 Tg.	35 0,131 $^1/_{230}$ 20 0,075	45 0,083 $^1/_{360}$ 20 0,037	150 0,42 $^1/_{70}$ 20 0,056	220 2,673 $^1/_{12}$ 20 0,243	3,307 $^1/_{10}$	0,74

Bei Betrachtung der *Tab. A* ergeben sich folgende Tatsachen über die Verteilung des Arsens in den ersten Wegen bei der Einzeldosisvergiftung: Gehen wir den natürlichen Wegen bzw. Organen und dem

Organinhalte nach, so müssen wir als erstes die Mengenverhältnisse im Mageninhalt nach der entsprechenden Einwirkungsdauer des Arsens beschreiben. Wir werden, wie es zu erwarten ist, die größte Menge des Arsens im Mageninhalt finden, falls das Kaninchen nach unmittelbarer Einnahme des Giftes starb; mit Zunahme der Lebensdauer des Kaninchens mußte wegen der Resorption und Beförderung des Arsens in den Darm die Giftmenge im Mageninhalt abnehmen. Die Tab. A zeigt, daß der Mageninhalt nach einer Versuchsdauer von $1^1/_2$ Stunden $^2/_3$ der gesamten Arsenmenge enthält. Die Giftmengen fielen konstant ab, je länger das Tier lebte. Nach 7 Tagen waren die Mengen äußerst gering; in einem Falle war überhaupt kein Arsen im Mageninhalt nachzuweisen. Auch die Magenwand zeigt von Anfang an einen hohen Arsengehalt, so beträgt nach $1^1/_2$ Stunden Versuchsdauer die Arsenmenge $^1/_{10}$ der Gesamtdosis. Von diesem Zeitpunkt erfolgt ein Abfallen der graphischen Kurve, jedoch nicht so steil, wie derjenigen des Mageninhaltes. Die Verhältnisse im Darminhalt zeigen zum Teil andere Mengengrößen als in den vorher besprochenen. Nach $1^1/_2$ Stunden ist nur $^1/_{40}$ der Gesamtdosis im Darminhalt vorhanden; bis zum 5. Tage ist eine stete Zunahme zu konstatieren, um von diesem Zeitpunkt abzunehmen, jedoch nicht in jedem Fall mit der gleichen Stärke. In einem Fall war nach 7 Tagen $^1/_{12}$ der gesamten Arsenmenge, in einem andern Fall war nach gleicher Zeit schon kein Arsen mehr nachzuweisen. Im Kot konnte dagegen noch Arsen nachgewiesen werden: In 20 g waren 0,018 mg Arsen vorhanden. Die Darmwand zeigt im Beginn die gleiche Menge des Arsengehaltes, wie der Darminhalt. Die Zunahme erreicht ihre Höhe bei 32stündiger Versuchsdauer. Von dieser Zeit nimmt die Menge allmählich wieder ab.

Beim Vergleich der einzelnen Kaninchen zeigt sich mit Zunahme der Einwirkungsdauer eine regelmäßige Abnahme des Arsens in den ersten Wegen; mit anderen Worten, die gesamte Arsenmenge in den ersten Wegen ist umgekehrt proportional zu der Einwirkungsdauer des Giftes. Nach $1^1/_2$ Stunden beträgt die Arsenmenge $^5/_6$ der eingegebenen Arsendosis, nach 7 Tagen nur $^1/_9$ bzw. $^1/_{70}$ der gesamten Arsenmenge.

Über die Arsenverhältnisse in den zweiten Wegen gibt die Tab. B Aufschluß. Untersucht wurden in bezug auf den Arsengehalt die Leber, Nieren, Knochen, das Haar und bei einigen Kaninchen auch das Gehirn. Die Leber ist nach etwa 32 Stunden Vergiftungsdauer am giftreichsten. Hier beträgt die Arsenmenge $^1/_7$ der verabreichten Arsendosis. Abnahmen sind nach beiden Richtungen vorhanden. Ist die Einwirkungszeit weniger als 32 Stunden oder beträgt dieselbe mehr als 32 Stunden, so ist der Gehalt der Leber an Arsen geringer; so ist z. B. nach $1^1/_2$ Stunden nur $^1/_{15}$ und nach 7tägigem Überleben des Kaninchens $^1/_{100}$ des gesamten verabreichten Arsens in der Leber nachweisbar. Diese von uns festgestellten Resultate stimmen zum größten Teil mit denjenigen von

Tabelle B. *Verteilung des Arsens in den zweiten Wegen.*

Kan. Nr.	Tod nach	Leber	Nieren	Gehirn	Knochen	Haar	Arsengeh. der 2. Wege in mg
7	$1^1/_2$ St.	90 8,1 $^1/_{15}$ 20 1,8	15 0,74 $^1/_{175}$	11 0,16	—	—	9,0 $^1/_{14}$
17	2 bis 3 St.	110 3,59 $^1/_{11}$ 20 0,562	10 0,875 $^1/_{45}$	—	160 0,376 $^1/_{100}$ 20 0,047	270 20	4,844 $^1/_8$
16	6 St.	135 6,75 $^1/_{11}$ 20 1,0	17 0,89 $^1/_{85}$	—	160 1,128 $^1/_{70}$ 20 0,141	150 20	8,768 $^1/_9$
1	8 St.	74 2,775 $^1/_{24}$ 20 0,75	17 0,2 $^1/_{370}$	—	—	—	2,975 $^1/_{25}$
2	32 St.	90 4,0 $^1/_7$ 20 0,895	15 0,3 $^1/_{100}$	—	160 1,44 $^1/_{25}$ 20 0,18	—	5,75 $^1/_6$
21	3 Tg.	135 2,146 $^1/_{14}$ 20 0,318	23 1,293 $^1/_{23}$ 20 1,125	—	160 3,744 $^1/_9$ 20 0,468	20 0,0	7,183 $^1/_4$
8	5 Tg.	87 1,66 $^1/_{16}$ 20 0,382	17 0,28 $^1/_{100}$	10 0,1	—	20 0,0	2,04 $^1/_{13}$
9	7 Tg.	103 0,247 $^1/_{100}$ 20 0,048	16,5 0,0	10 0,037	—	520 1,456 $^1/_{18}$ 20 0,056	1,74 $^1/_{16}$
23	7 Tg.	125 0,0 20 0,0	16 0,131 $^1/_{230}$	—	160 2,096 $^1/_{15}$ 20 0,262	280 5,236 $^1/_6$ 20 0,374	7,463 $^1/_4$

Lesser überein. In den Nieren ist das Auftreten des Arsens sehr früh nachweisbar. Die Mengen des Arsens in den Nieren unterliegen keiner faßbaren Gesetzmäßigkeit; doch ist eine Abnahme des Arsens mit Zunahme der Versuchszeit bemerkbar. Bei einem Kaninchen (Nr. 9) fand man kein Arsen nach 7 Tagen, bei einem anderen waren $^1/_{230}$ der eingenommenen Arsendosis nachweisbar.

Bei den Knochen ist wegen der zeitraubenden Feststellung des Reingewichtes durch einige genaue Wägungen ein Durchschnittsgewicht von 160 g Gesamtknochen angenommen worden. In den Knochen tritt das Arsen in relativ großen Mengen schon frühzeitig auf. Die Zunahme erstreckt sich bis zum 5. Tag und nimmt dann langsam wieder ab.

Im Fell ist in den ersten Tagen kein Arsen nachzuweisen. Bei Kaninchen 23 wurde vom 4. Versuchstag das Haar zur Nachprüfung auf Arsen entnommen. Es zeigte sich, daß das am 4. Versuchstag entnommene Haar keine nachweisbaren Arsenmengen enthielt. An dem nach 5tägiger

Versuchsdauer entnommenen Haar ist in 20 g 0,18 mg Arsen festgestellt worden und im Haar am 6. Versuchstage fanden sich 0,28 mg Arsen in 20 g, am 7. Tag stieg die Arsenmenge in 20 g Haaren auf 0,374 mg. Berechnet man das am 7. Tag nachgewiesene Arsenquantum auf das ganze Fell, so beträgt es $^1/_6$ der gesamten verabreichten Arsenmenge. Das Arsen tritt, wie aus der Tabelle ersichtlich, relativ spät in den Haaren auf, nimmt aber in sich einen beträchtlichen Teil der dem Kaninchen dargereichten Arsendosis auf.

Die nächstfolgende Tab. C zeigt die Reihenfolge des Arsengehaltes in den einzelnen Organen nach verschiedenen Zeiten.

Tabelle C.

Reihenfolge	Zeit								
	$1^1/_2$ St.	2—3 St.	6 St.	8 St.	32 St.	3 T.	5 T	7 T.	7 T.
1	Mageninh. $^2/_3$	Mageninh. $^3/_5$	Mageninh. $^2/_3$	M. I.u. D. I $^2/_3$	D. I. $^1/_4$	D. I. $^1/_5$	D. I. $^1/_4$	Haar $^1/_{18}$	Haar $^1/_6$
2	Magenw. $^1/_{10}$	Leber $^1/_{11}$	Leber $^1/_{11}$	M.W. $^1/_{19}$	M.I. $^1/_7$	Kno. $^1/_9$	M. I. $^1/_{10}$	Leber $^1/_{100}$	Darminh. $^1/_{12}$
3	Leber $^1/_{15}$	Darminh. $^1/_{17}$	Darminh. $^1/_{14}$	D. W. $^1/_{21}$	Leber $^1/_7$	M. I. $^1/_{13}$	Leber $^1/_{16}$	D. W. $^1/_{10}$	Knochen $^1/_{15}$
4	Darminh. $^1/_{40}$	Darmw. $^1/_{18}$	Darmw. $^1/_{17}$	Leber $^1/_{24}$	D. W. $^1/_9$	Leber $^1/_{14}$	D. W. $^1/_{25}$	M. W. $^1/_{30}$	D. W. $^1/_{70}$
5	Darmw. $^1/_{43}$	Magenw. $^1/_{19}$	Magenw. $^1/_{20}$	Nie. $^1/_{370}$	Kno. $^1/_{25}$	D. W. $^1/_{19}$	M. W. $^1/_{75}$	—	Nieren $^1/_{230}$
6	Nieren $^1/_{175}$	Nieren $^1/_{45}$	Knochen $^1/_{70}$	—	M. W. $^1/_{35}$	Nie. $^1/_{23}$	Nie. $^1/_{100}$	—	Magenw. $^1/_{230}$
7	Gehirn —	Knochen $^1/_{100}$	Nieren $^1/_{85}$	—	Nie. $^1/_{100}$	M. I. $^1/_{170}$	Geh. —	—	Mageninh. $^1/_{360}$

Die Frage, inwieweit schon vom Blute aufgenommenes Arsen durch den Verdauungstraktus ausgeschieden wird, hat insofern Interesse, als man dadurch die Beeinflussung der Arsenmenge, die man bei der oralen Verfütterung im Verdauungstraktus findet, durch die Rückausscheidung des schon vom Blute aufgenommenen Arsens feststellen kann. Zu diesem Zwecke erhielten 2 Kaninchen intravenöse Injektionen von Arsenlösung und wurden nach Verlauf einer gewissen Zeit getötet; daraufhin wurde die Magendarmwand samt Inhalt auf den Arsengehalt untersucht. Es zeigte sich, daß die Darmwand und auch die Magenwand kleine Arsenmengen enthielten, dagegen war *nur* im Darminhalte, nicht aber im Mageninhalte Arsen nachzuweisen. Die im Darminhalt gefundenen Arsenmengen sind relativ groß, so daß sie für die Beeinflussung der Arsenmenge bei oraler Verfütterung, wobei im Darminhalt oft viel geringere Arsenmengen gefunden werden, eine berücksichtigende Rolle spielen. Folgende Tab. D gibt die Resultate der Versuche mit den intravenösen Injektionen von Arsenik an Kaninchen wieder.

Tabelle D.

Kan. Nr.		Total	†	Magenwand	Mageninh.	Darmwand	Darminh.	Leber	Niere
11	Am 1. Tag: 11,4 mg As.	30,4 mg	4 Stunden nach der 3. Dosis	27 0,64 $^1/_{50}$ 20 0,475	— 0,0 20	80 0,18 $^1/_{170}$ 20 0,045	160 0,8 $^1/_{37}$ 20 0,1	83 3,1 $^1/_{10}$ 20 0,75	17,5 0,25 $^1/_{120}$
	„ 2. „ : 11,4 „ „								
	„ 3. „ : 7,6 „ „								
10	„ 1. „ : 7,6 „ „	22,8 mg	18 Stunden nach der 3. Dosis	22 0,08 $^1/_{285}$ 20 0,074	— 0,0 20	— Spur	100 0,5 $^1/_{45}$ 20 0,1	35 1,54 $^1/_{15}$ 20 0,875	11 0,18 $^1/_{120}$
	„ 4. „ : 7,6 „ „								
	„ 8. „ : 7,6 „ „								

Die dritte Gruppe meiner Versuche umfaßt eine Anzahl von Kaninchen, die durch *mehrmalige* Arsendarreichung per os vergiftet wurden. Ich gebe hier die Versuchsanordnungen und die erhobenen Befunde der Lebensdauer entsprechend wieder.

Kaninchen 22. Gewicht 2600 g, erhält am 1. Tag 15,2 mg As., am 2. Tag 15,2 mg As. Gesamtdosis 30,4 mg. Der Exitus trat 15—20 Stunden nach der letzten Verabfolgung ein. Versuchsdauer etwa 2 Tage.

Kaninchen 5. Gewicht 2350 g, erhält am 1. Tag 22,8 mg As., am 3. Tag 7,6 mg As. Gesamtdosis 30,4 mg. Exitus 10 Stunden nach der letzten Dosis. Versuchsdauer 2 Tage, 5 Stunden. Sektionsgewicht 2520 g.

Kaninchen 19. Gewicht 3700 g. Am 1. Tag 15,2 mg, am 3. Tag 15,2 mg. Gesamtdosis 30,4 mg As. Exitus 3 Tage nach der letzten Dosis. Versuchsdauer 5 Tage. Sektionsgewicht 3560 g.

Kaninchen 20. Gewicht 2550 g, erhält am 1. Tag 15,2 mg As, am 4. Tag 15,2 mg As. Gesamtdosis 30,4 mg As. Exitus 2 Tage nach der letzten Dosis. Versuchsdauer 5 Tage. Sektionsgewicht 2530 g.

Kaninchen 18. Gewicht 2100 g. Am 1. Tag 20,0 mg, am 5. Tag 20,0 mg, Gesamtdosis 40,0 mg As. Exitus 24 Stunden nach der letzten Verabfolgung. Versuchsdauer 5 Tage. Sektionsgewicht 1700 g.

Kaninchen 6. Gewicht 2400 g, erhält mit 1tägiger Zwischenzeit 15,2 mg, 7,6 mg, 12,3 mg As. Hierauf nach 3 Tagen eine kleine Dosis von 3,8 mg As. Gesamtdosis 38,9 mg As. Exitus 4 Tage nach der letzten Dosis. Versuchsdauer 11 Tage. Sektionsgewicht 2620 g.

Kaninchen 15. Gewicht 2830 g, erhält 4mal 7,6 mg As mit 1 Tag Zwischenzeit. Gesamtdosis 30,4 mg. Exitus 4 Tage nach der letzten Dosis. Versuchsdauer 10 Tage. Sektionsgewicht 2485 g.

Kaninchen 14. Gewicht 2150 g, erhält 4mal 7,6 mg As mit 1 Tag Zwischenzeit. 4 Tage nach der 4. Verabfolgung eine stark gesteigerte Schlußdosis von 75,75 mg As. Exitus nach 35 Minuten. Versuchsdauer 10 Tage. Sektionsgewicht 1850 g.

Kaninchen 4. Gewicht 2800 g, 5mal 7,6 mg As mit 1 Tag Zwischenzeit. 4 Tage nach der 5. Dosis 75,75 mg As. Gesamtdosis 113,75 mg As. Exitus nach 15 Minuten. Versuchsdauer 12 Tage. Sektionsgewicht 2365 g.

Das Kaninchen 22, welches 2mal Arsen von insgesamt 30,4 mg erhielt, zeigte nach etwa 2tägiger Versuchsdauer folgende Arsenverteilung in den einzelnen Organen: Das größte Quantum

fanden wir mit $^1/_6$ der gesamten verabreichten Arsenmenge in der Leber, dann folgte mit $^1/_9$ der Arsendosis der Mageninhalt und Darminhalt, hierauf schließt sich mit $^1/_{11}$ die Darmwand, mit $^1/_{36}$ die Magenwand und mit $^1/_{45}$ der verfütterten Arsenmenge die Niere an. Das Haar ist frei von Arsen. Das nächstfolgende Kaninchen (5), welches mit der gleichen Arsenmenge und in ähnlicher Weise wie das vorhergehende behandelt wurde, bei dem aber die Versuchsdauer um ein Geringes länger dauerte, als bei dem ersten, zeigt ein dem Kaninchen 22 ähnliches Bild. Der Unterschied besteht nur darin, daß im Darminhalte die Arsenmenge um das Doppelte größer ist, was zum Teil durch die längere Versuchsdauer erklärlich ist. Hier hatte die erstapplizierte Dosis mehr Zeit in den Darminhalt befördert zu werden.

In der Folge sind 3 Kaninchen (19, 20 und 18), bei welchen die Versuchsdauer 5 Tage betrug, derart mit Arsen gefüttert worden, daß das erste von diesen Kaninchen (19) am 1. und am 3. Tage, das 2. Kaninchen am 1. und 4. Tage, und das 3. Kaninchen am 1. und 5. Tage ihre Arsenmengen erhielten. Die Resultate entsprachen den Erwartungen in der Art, daß je kürzere Zeit von der letzten applizierten Dosis bis zum Tode des Kaninchens verstrich, um so größere Arsenmengen sich in den ersten und in den zweiten Wegen fanden. Die Zunahme in den zweiten Wegen ist eine geringere als in den ersten, da der Arsengehalt der zweiten Wege von der erstapplizierten Dosis stammend, teilweise schon aus dem Organismus ausgeschieden und von der letzten Dosis noch relativ wenig, wegen der Kürze der Zeit, aufgenommen werden konnte. Das Haar enthält bei allen 3 Kaninchen beträchtliche Mengen von Arsen.

Um die Frage der Kumulation in den zweiten Wegen mehrerer an verschiedenen Tagen dargereichten Arsenmengen zu prüfen, ist mit 2 Kaninchen folgende Versuchsanordnung getroffen worden: Es wurde einem dieser Kaninchen (15) am 1., 3., 5. und 7. Tage eine bestimmte nicht letale Arsenmenge verfüttert und das Tier am 11. Tage getötet; das 2. Kaninchen (14) erhielt die gleichen Dosen, an den gleichen Tagen, am 11. Tage aber bekam es noch eine recht beträchtliche Arsenmenge (75,75 mg), nach welcher das Tier im Verlauf von 35 Minuten einging. Bei der ausgeführten Untersuchung fand man beim ersten Kaninchen (15) keinen Arsengehalt in den ersten Wegen, wohl in den zweiten, und zwar in der Leber $^1/_{150}$ und in den Haaren $^1/_{22}$ der gesamten Arsenmenge. Beim zweiten Kaninchen (14) ist sowohl in den ersten als auch in den zweiten Wegen eine beträchtliche Arsenmenge gefunden worden: Im Mageninhalt die Hälfte der gesamten Menge; eigentlich ist der Arsengehalt des Mageninhaltes nicht aus der ganzen Arsenmenge zu berechnen, sondern nur von der letzten verabreichten Dosis, da wir beim ersten Kaninchen (15) in den ersten Wegen überhaupt kein Arsen nachweisen konnten. Die kleine Arsenmenge im Darminhalte kann von der vorletzten

Tabelle E. *Übersicht über die*

Kan. Nr.	Versuchsanordnung	Total in mg	† nach der letzten Dosis	Versuchs-dauer	Magenwand	Magenin
22	Am 1. Tag: 15,2 mg As „ 2. „ : 15,2 „ „	30.4	15—20 St.	etwa 2Tg.	26 0,828 1/36 20 0,637	115 3 1/9 20 0
5	„ 1. „ : 22,8 „ „ „ 3. „ : 7,6 „ „	30,4	10 St.	2 Tg. 10 St.	30 0,742 1/40 20 0,495	140 2 1/ 20
19	„ 1. „ : 15,2 „ „ „ 3. „ : 15,2 „ „	30,4	3 Tage	5 Tage	22 0,33 1/90 20 0,3	80 1/ 20
20	„ 1. „ : 15,2 „ „ „ 4. „ : 15,2 „ „	30,4	2 Tage	5 Tage	20 0,3 1/100 20 0,3	120 1/ 20
18	„ 1. „ : 20,0 „ „ „ 5. „ : 20,0 „ „	40,0	24 St.	5 Tage	20 0,693 1/60 20 0,693	70 1 20
6	„ 1. „ : 15,2 „ „ „ 3. „ : 7,6 „ „ „ 5. „ : 12,3 „ „ „ 8. „ : 3,8 „ „	38,9	4 Tage	11 Tage	28 0,168 1/220 20 0,12	100 20
15	„ 1. „ : 7,6 „ „ „ 3. „ : 7,6 „ „ „ 5. „ : 7,6 „ „ „ 7. „ : 7,6 „ „ „ 11. „ : † „ „	30,4	4 Tage	10 Tage	— — 20 0,0	— — 20
14	„ 1. „ : 7,6 „ „ „ 3. „ : 7,6 „ „ „ 5. „ : 7,6 „ „ „ 7. „ : 7,6 „ „ „ 11. „ : 75,75 „ „	106,15	35 Min.	10 Tage	35 8,625 1/12 20 4,928	130 5 1/ 20
4	„ 1. „ : 7,6 „ „ „ 3. „ : 7,6 „ „ „ 5. „ : 7,6 „ „ „ 7. „ : 7,6 „ „ „ 9. „ : 7,6 „ „ „ 11. „ : 75,75 „ „	113,75	15 Min.	12 Tage	23 5,55 1/22 20 4,8265	105 5 1/ 20

kleinen Dosis noch herrühren (Kaninchen 8) oder von der letzten letalen Dosis stammen, da durch das schnelle Eintreten des Todes das Kaninchen nicht genügend Zeit zur Verfügung hatte, um größere Arsenmengen in den Darminhalt zu befördern. Die Leber und die Nieren (Kaninchen 14) zeigen, wenn man die kurze Einwirkungszeit der letzten Dosis berücksichtigt, relativ große Arsenmengen. Dementsprechend ist die Vergiftung des Kaninchens 14 als eine letale Einzeldosisvergiftung anzusehen. Eine Ausnahmestellung von allen Organen nimmt das Haar ein, das das Arsen nach länger verstrichener Zeit nach der Arsendarreichung aufweist, wie uns die Tab. B lehrt, folglich ist in unserem letzten Fall (14),

mehrmalig mit As gefütterten Tiere.

nwand	Darminhalt	Leber	Nieren	Knochen	Haar	Gehirn
2,76	120 3,48	140 5,118	22 0,675			
/11	1/9	1/6	1/45	—	—	—
0,48	20 0,58	20 0,731	20 0,614		20 0,0	
1,295	170 7,435	80 5,62	16 0,6525			8 0,1312
/24	1/4	1/6	1/47	—	—	
0,37	20 0,8385	20 1,405	—			
1,125	180 3,033	92 1,102	23 0,201		260 2,925	
/27	1/10	1/27	1/150	—	1/10	—
0,15	20 0,337	20 0,244	20 0,175		20 0,225	
4,642	200 5,06	80 1,2	16 0,412	160 5,733	180 2,7	
1/7	1/6	1/25	1/75	etwa 1/5	1/12	—
0,844	20 0,506	20 0,3	—	20 0,637	20 0,3	
6,06	140 13,909	80 2,548	16 1,087	160 1,35	140 3,937	
1/7	1/3	1/16	1/37	1/30	1/10	—
1,212	20 1,987	20 0,637	—	20 0,15	20 0,5625	
0,3325	—	75 0,75	17 0,05		260 3,9	10 0,126
/120	—	1/52	—	—	1/10	
0,095	20 0,0	20 0,2	—		20 0,3	
—	—	70 0,196	15 0,0		300 1,395	? 0,075
—	—	1/150	—	—	1/22	
0,0	20 0,0	20 0,056	—		20 0,093	
3,75	240 0,678	75 2,985	13 0,38		180 0,9	10 0,09
1/28	1/155	1/35	1/280	—	1/118 (1/31)	
0,75	20 0,056	20 0,769	—		20 0,1	
2,363	190 1,95	86 8,385	20 0,703	160 2,196	210 5,775	11 0,09
1/50	1/69	1/14	1/150	1/50	1/20 (1/7)	
0,6565	20 0,21	20 1,95	20 0,703	20 0,244	20 0,55	

der Arsengehalt des Haares nicht auf die letzte, sondern auf die vorher dargereichten Arsenmengen zu beziehen.

Um die Gewißheit zu haben, daß die Resultate der Versuche über die Kumulation des Arsens richtig sind, sind andere 2 Kaninchen (6 und 4) ähnlich behandelt worden. Da wir es hier mit biologischen Versuchen zu tun haben, ist eine Kontrolle fast stets notwendig. Die Kontrollversuche ergeben, daß die Magen- und Darmwand beim Kaninchen 6 geringe Mengen von Arsen aufweisen, was uns aber nicht verwundert, da wir bei unseren Versuchen mit einmaliger Applikation gesehen haben, daß nach 5 und sogar 7 Tagen solche Arsenmengen in der Magendarm-

wand festzustellen sind. Daß im ersten Parallelversuche (15) nichts nachzuweisen war, kann auf eine Zufälligkeit zurückzuführen sein, welche in biologischen Versuchen nicht immer zu fassen ist. Der Magen-Darminhalt war auch hier arsenfrei. Jedenfalls ist zu ersehen, daß auch in diesem Falle eine kumulative Ansammlung von Arsen in den zweiten Wegen nicht zu konstatieren ist, denn die gefundenen Arsenmengen sind nicht größer als die Mengen bei der Einzeldosisvergiftung, wobei der Tod längere Zeit nach der Arsenaufnahme eintrat. In den Haaren ist aber eine Kumulation des Arsens auch in diesem Versuch bestätigt worden.

Der Versuch mit dem Kaninchen 4 ist der Parallelversuch zu Kaninchen 14. Die Mengenverhältnisse in den ersten Wegen sind sehr ähnlich dem Vorversuch. Am meisten Arsen finden wir im ersten (Kaninchen 14) und im zweiten (Kaninchen 4) Versuch im Mageninhalt, dann in der Magenwand, alsdann folgt Darmwand und schließlich Darminhalt. In den zweiten Wegen haben wir bei beiden Kaninchen am meisten Arsen in den Haaren feststellen können, alsdann schließen sich Knochen, die Leber und endlich erst die Nieren an.

Ein Vergleich der Versuche mit mehrmaliger und einmaliger Arsendarreichung ergibt folgende Schlüsse:

1. Bei den Kaninchen, welche einige Tage nach der letzten Arsendosis eingingen, zeigte sich eine weitgehend übereinstimmende Arsenverteilung, wie bei den Kaninchen, bei welchen der Tod längere Zeit nach einmaliger Dosis eintrat, ausgenommen den Arsenbefund am Fell.

2. Die Arsenverteilung im Kaninchenorganismus, welcher längere Zeit hindurch relativ kleine Dosen und als Schlußdose eine größere — tödliche — Arsenmenge erhielt, ist gleich wie bei einer akuten Arsenvergiftung, bei welcher der Tod in der gleichen Zeit nach der Dosis eintrat. Auch hier besteht hingegen ein Unterschied des Arsengehaltes im Fell.

3. Eine Kumulation von Arsen ist im Organismus nach mehrmaligen, aber nach beträchtlichen Zeitabständen verabfolgten Mengen nicht nachzuweisen, dagegen ist eine Summation der Arsenmengen nach *zwei* schnell aufeinander folgenden Applikationen festzustellen.

Inwieweit meine an Kaninchen angestellten Versuche sich auf den Menschen übertragen lassen, zeigt uns ein Vergleich mit den von *Lesser* angegebenen Resultaten seiner Untersuchung an arsenvergifteten Menschen. Suchen wir diejenigen Fälle heraus, wo die Vergiftungsdauer in seinen Untersuchungen mit der in meinen Versuchen übereinstimmt, so fällt eine weitgehende Ähnlichkeit der Resultate auf.

Zusammenfassend lassen sich auf Grund der Versuche mit oraler Arsenvergiftung an Kaninchen folgende Punkte aufstellen:

1. Aus dem Vergleich der gefundenen Arsenmengen im Magen-Darmkanal und der Leber ist kein sicherer Schluß zu ziehen, ob die Menge 1mal oder in mehrfachen Dosen beigebracht wurde.

2. Bei einem Verdacht auf eine Arsenvergiftung ist prinzipiell das *Haar* auf seinen Arsengehalt nebst anderen Organen zu untersuchen.

3. Das Arsen tritt in den Haaren zu einem Zeitpunkt auf, wo im Mageninhalt kein oder nur noch in Spuren Arsen nachzuweisen ist.

4. Die Tatsache, daß das Arsen im Mageninhalte in relativ großen Mengen nachzuweisen ist, in den Haaren aber das Arsen fehlt, läßt auf eine akute Arsenvergiftung schließen.

5. Ist in den Haaren mehr Arsen als in dem Mageninhalt nachzuweisen, so ist es auf eine einmalige oder mehrmalige längere Zeit vor dem Tode verabreichte Dosis zurückzuführen.

6. Ein Nachweis von Arsen im Haare und relativ große Mengen im Mageninhalt ist unbedingt auf eine mehrmalige Arsendosenverabreichung zu beziehen.

7. Eine Antwort auf die Frage, ob das aufgenommene Arsen einmalig oder mehrmalig verabfolgt wurde, gibt uns nur der Vergleich der gefundenen Arsenmenge im Mageninhalte und in den Haaren.

Auf Grund obiger Schlußfolgerungen unserer experimenteller Befunde hätten wir noch kurz Stellung zu nehmen zu dem von uns hier weiter oben mitgeteilten Vergiftungsfall mit Arsen. Im Gutachten wurde sowohl aus dem Krankheitsverlaufe als aus der Verteilung des Arsens im Körper der Schluß gezogen, daß eine zweimalige Applikation von Arsen anzunehmen ist. Diese Schlußfolgerungen wären mit Rücksicht auf unsere experimentellen Ergebnisse so weit zu korrigieren, daß die Tatsache allein, daß sowohl in den ersten als auch in den zweiten Wegen reichlich Arsen gefunden wurde, nicht genügend zur Entscheidung der dargestellten Frage war. Hingegen ergibt sowohl der Ablauf und die Dauer der Krankheit als wohl auch der große Arsengehalt der Leber eine Stütze obiger Annahme.

Literaturverzeichnis.

Bang, Ivar, Biochem. Z. **161** (1925); **165** (1925). — *Brouardel* u. *Pouchet*, Ann. Hyg. publ. **23**. — *Chatin*, J. Chim. med. **1847**. — *Heffter*, Arch. Kriminol. **70**. — *Heffter, A.*, Vjschr. gerichtl. Med. III. F. **49**. — *Kratter*, Arch. Kriminol. **13**. — *Lesser*, Vjschr. gerichtl. Med. III. F. **14**. — *Liman-Casper*, Im Handbuch der gerichtlichen Medizin. — *Maschka*, Im Handbuch der gerichtlichen Medizin. — *Mareska* u. *Lardos*, Im Handbuch der Toxikologie von Husemann. — *Poulsson*, Lehrbuch der Pharmakologie. — *Prölss*, Friedreichs Bl. **1901**. — *Roussin*, J. Pharmacie **43**. — *Scherbatscheff*, Vjschr. gerichtl. Med. III. F. **19**. — *Schiff, E.*, Wien. klin. Wschr. **1898**, 537. — *Schumburg*, Vjschr. gerichtl. Med. III. F. **5** u. **6**. — *Tardieu*, Die Vergiftungen. 1868. — *Taylor*, Die Gifte **2** (1863). Deutsch von *Seideler*. — *Ziemke*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **13**, H. 3 (1929) — Vjschr. gerichtl. Med. III. F. **23**.

Printed in Germany